

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 40 07 408 C 1

51 Int. Cl. 5:  
F 16 L 15/04  
F 16 L 21/02  
E 21 B 17/042

21 Aktenzeichen: P 40 07 408.0-12  
22 Anmeldetag: 6. 3. 90  
23 Offenlegungstag: —  
25 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 25. 7. 91

DE 40 07 408 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Mannesmann AG, 4000 Düsseldorf, DE

74 Vertreter:  
Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 1000 Berlin

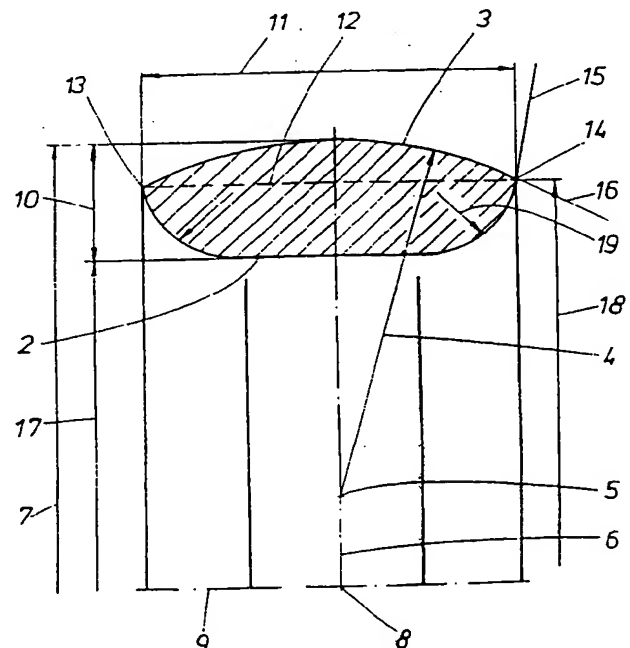
72 Erfinder:  
Krug, Gerhard, Dr.-Ing., 4100 Duisburg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	32 07 237 A1
DE	32 03 857 A1
GB	15 03 395
EP	01 27 560 A2

54 Gasdichte Ölfeldrohr-Verbindung

57 Die Erfindung betrifft eine gasdichte Ölfeldrohr-Verbindung, insbesondere für Bohrgestängerohre mit einem konischen Zapfen- und einem diesem angepaßten Muffenteil. Zwischen diesen ist, in einer auf dem Außenumfang des Zapfenteiles angeordneten Ringnut, ein Polytetrafluoräthylenring angeordnet, der im Querschnitt auf der Außenseite eine konvex gekrümmte Kontur aufweist, die sich mit einer wannenförmigen Kontur der Innenseite schneidet und die Abmessungen sowie die Kontur des Dichtringes wie auch der Ringnut sind so aufeinander abgestimmt, daß das Verhältnis von Dichtringvolumen zu Ringnutvolumen im Bereich zwischen 1,0 bis 1,1 liegt, außerdem erfolgte bei der Verschraubung der erste Kontakt der Andrückfläche mit dem Dichtring im Bereich vor dem Scheitelpunkt der Umfangslinie des Dichtringes annähernd tangential.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine gasdichte Ölfeldrohr-Verbindung, insbesondere für Bohrgestängerohre gemäß dem Gattungsbegriff des Hauptanspruchs.

Mit dem Vorstoß in immer größere Tiefen bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung steigen auch die zu beherrschenden Innendrucke im Bohrstrang immer weiter an. Für die Lagerstättentests während des Abteufens einer Gasbohrung müssen die Verbindungen gasdicht sein. Dies ist bei der herkömmlichen Verwendung des robusten Bohrgestänges ohne speziellem Dichtelement nicht gewährleistet. Deshalb wurden Rohre mit empfindlichen Gewinden und einem metallischen Dichtsitz eingesetzt, die jedoch nach jedem Einsatz zeitaufwendige und kostenträchtige Reparaturarbeiten zur Folge haben. Alternativ ist deshalb vorgeschlagen worden, zusätzlich zu einer stark belastbaren Gewindeverbindung einen Dichtring aus Polytetrafluoräthylen im Verbindungsbereich anzuordnen.

Bei einer gattungsmäßigen Rohrverbindung dieser Art, beispielsweise nach der DE 32 03 857 A1 wird am Außenumfang des Zapfenteils eine Ringnut angebracht, in die ein erwärmter Dichtring aus Polytetrafluoräthylen eingelegt wird. Bei der Abkühlung schrumpft der Dichtring auf und erhält somit seinen Sitz in der Ringnut. Der Dichtring weist im Ausgangszustand eine zylindrische Außenkontur auf, die abgerundet in die wannenförmig ausgebildete Kontur der Innenseite übergeht. Der bekannte Dichtring hat aber die Tendenz, daß er, wie der Figur 1 der DE 32 03 857 A1 zu entnehmen ist, nach dem Aufschumpfen nicht voll in der Ringnut anliegt, so daß damit die wirksame Dichtfläche verkleinert wird. Außerdem treten bei dieser Dichtringform bei Mehrfachverschraubungen Undichtigkeiten auf, da der Dichtring nach der Erstverschraubung nur noch im geringen Umfang oder überhaupt nicht mehr elastisch verpreßbar ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine einen aufgeschumpften Dichtring aufweisende gasdichte Ölfeldrohr-Verbindung so zu verbessern, daß bei Innendruck bis zu 690 bar (10 000 PSI) und nach Mehrfachverschraubungen ohne Wechseln des Dichtrings die Gasdichtheit gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird mit den im kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Der erfindungsgemäße Dichtring aus Polytetrafluoräthylen weist gegenüber dem bereits bekannten Dichtring im Querschnitt auf der Außenseite eine konvex gekrümmte Kontur auf, die sich mit der bereits bekannten wannenförmigen Kontur der Innenseite schneidet. Die Abmessungen sowie die Kontur des Dichtrings und der Ringnut sind unter Berücksichtigung der herstellbedingten Toleranzen und der Änderung des spezifischen Volumens des Dichtrings beim Schrumpfvorgang und des Verschraubwegs so aufeinander abgestimmt, daß das Verhältnis von Dichtringvolumen zu Ringnutvolumen, der sogenannte Füllungsgrad, für neue Dichtringe vor dem Schrumpfen 100 bis 110% beträgt. Dieser Füllungsgrad und auch der verbleibende Füllungsgrad nach Mehrfachverschraubungen ist von wesentlicher Bedeutung für die angestrebte elastische Aufweitung des konischen Muffenteils. Die Dichtpressung muß so hoch sein, daß die Vorspannung nicht durch die später überlagerte Innendruckbeanspruchung aufgehoben wird. Andernfalls können die Dichtflächen bei Innendruckbelastung

voneinander abheben, so daß die Dichtfunktion nicht mehr gewährleistet ist und die Gefahr besteht, daß Gas entweicht. Die Kontur der Außenseite des Dichtrings ist so gewählt, daß unter Berücksichtigung der Konizität der Andrückfläche des Muffenteils bei der Verschraubung der erste Kontakt im Bereich vor dem Scheitelpunkt der äußeren Umfangslinie annähernd tangential erfolgt. Diese Art des Erstkontakts führt dazu, daß ohne Beschädigung des Rings ein Teil des Dichtringvolumens quasi wie eine Bugwelle in Richtung der Außenstoßschultern geschoben wird. Im gleichen Maße steigt der Kraftbedarf an, um den Dichtring zu verpressen, so daß ab einem bestimmten Verschraubweg an die konische Andrückfläche des Muffenteils elastisch aufgeweitet wird. Die hohe Verpressung des Rings hat zur Folge, daß das Material infolge der Kriechbewegung versucht wegzufließen. Damit es diesbezüglich zu keiner Verquetschung in den Stoßschultern kommt, muß der Verschraubweg und die Verschraubzeit in bezug auf die Abmessung des Dichtrings so gewählt werden, daß die vollständige Einkammerung des Dichtrings durch den Schulterkontakt abgeschlossen ist, bevor das Dichtmaterial, das auf ein Vielfaches der werkstoffspezifisch 10% Fließgrenze belastet wird, austreten kann.

Nach einem Merkmal des Anspruchs 2 ist die konvex gekrümmte äußere Kontur des Dichtrings vorzugsweise ein Kreisbogen, ebenso gut könnte die Kontur auch elliptisch sein oder einer anderen stetigen Funktion gehören. Die an dem Schnittpunkt dieses Kreisbogens mit dem Kreisbogen der wannenförmigen Kontur der Innenseite angelegten Tangenten schließen einen Winkel von mehr als 90 Grad ein. Der Mittelpunkt des Radius des Kreisbogens der äußeren Kontur liegt auf der Symmetrieachse des Dichtrings, wobei der Radius des Kreisbogens höchstens dem halben Durchmesser und wenigstens der in der Symmetrieachse liegenden Dicke des Dichtrings entsprechen soll. Die Verbindungslinie zwischen den beiden Schnittpunkten der Außen- mit der Innenseite des Dichtrings schneidet die Symmetrieachse in einem Punkt innerhalb der Querschnittsfläche, und zwar in einem Volumenverhältnis von 1 : 1,8 bis 1 : 2,2, vorzugsweise 1 : 2, wobei der größere Wert der Innenseite zugeordnet ist. Dieses Puffervolumen dient einerseits zum Abstützen des Dichtrings in der Zapfennut andererseits erfolgt die Materialverschiebung zu den Stoßschultern hin im Ringinnern, so daß die äußere Dichtringoberfläche unbeschädigt bleibt und die Kontur nach jeder Entschraubung bei Mehrfachverschraubungen in die ballige Dichtform zurückkehrt.

Die Abmessungsverhältnisse für die Ringnutkammer und den Dichtring sind darauf abgestellt die Dichtwirkung des Rings zu optimieren, ohne daß er während der Verschraubung beschädigt noch am Ende des Verschraubwegs eingequetscht wird. Die bei der Verschraubung entstehende kleine Bugwelle des weggedrückten Dichtmaterials führt dazu, daß zum einen das Kammervolumen der Ringnut vollständig ausgefüllt und eine angestrebte elastische Muffenaufweitung am Ende des Verschraubwegs erreicht wird. Dabei sind die geometrischen Verhältnisse des Dichtrings in bezug auf den Verschraubweg so gewählt, daß die elastische Muffenaufweitung nach etwa 75% des Verschraubwegs einsetzt, gemessen von der Kontaktlinie der Dichtelemente.

Bei der Erstverschraubung wird, wie an sich bekannt, der Dichtring mechanisch belastet und eingeformt, so daß sich der Dichtring nach der Entschraubung und Entlastung nicht auf die Abmessungen der Ausgangsform

zurückbilden kann. Es ist deshalb erfindungswesentlich, daß die Umformung des Dichtrings bei der Erstverschraubung nur in einem solchen Umfang stattfindet, daß sich nach dem Entschrauben die ballige Außenkontur des vorgeschlagenen Dichtrings zurückbildet. Hierbei ändert sich die Form von einer zylindersymmetrischen in eine konischsymmetrische Kontur, wobei gleichzeitig die Fertigungstoleranzen der Dichtelementkomponenten ausgeglichen werden. Auch nach der Entlastung bleibt das Verhältnis von Dichtringvolumen zu Ringnutvolumen größer 1 und die notwendige elastische Aufweitung des Muffenteils ist bei der Verschraubung weiterhin gewährleistet und damit kann die Dichtfunktion des Rings voll wirksam werden.

In der Zeichnung wird die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Dichtrings näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen hälftigen Querschnitt des erfindungsgemäßen Dichtrings,

Fig. 2 einen Teilquerschnitt des Verbindungsbereichs mit der Ringnutkammer,

Fig. 3 eine Abfolge der Erstverschraubung mit dem erfindungsgemäßen Dichtring,

Fig. 4 eine grafische Darstellung der Muffenaufweitung in Abhängigkeit vom Verschraubweg.

In Fig. 1 ist ein hälftiger Querschnitt des erfindungsgemäßen Dichtrings 1 dargestellt. Auf der Innenseite weist der Dichtring 1 die bereits bekannte wannenförmige Kontur 2 auf, die sich mit der erfindungsgemäßen balligen Kontur 3 der Außenseite schneidet. Vorzugsweise ist die ballige Kontur 3 der Außenseite ein Kreisbogen mit einem bestimmten Radius 4, dessen Mittelpunkt 5 auf der Symmetrieachse 6 des Dichtrings 1 liegt. Der Radius 4 des Kreisbogens kann je nach gewünschter Krümmung der balligen Kontur 3 verschieden groß sein, wobei er als Höchstwert der Hälfte des Durchmessers 7 des Dichtrings 1 entsprechen soll. In diesem Falle würde der Mittelpunkt 5 des Radius 4 auf dem Schnittpunkt 8 zwischen der Symmetrieachse 6 und der Drehachse 9 des Dichtrings 1 liegen. Der kleinste Wert für den Radius 4 des Kreisbogens soll der Dicke 10 des Dichtrings 1 entsprechen, wobei die Dicke 10 in der Symmetrieachse 6 gemessen wird. Vorzugsweise wird der Radius 4 so gewählt, daß das Verhältnis der Breite 11 des Dichtrings 1 zum Radius 4 etwa eins ist. Dabei wird durch die Verbindungslinie 12 der Schnittpunkte 13, 14 zwischen der balligen Außenkontur 3 und der wannenförmigen Innenkontur 2 der in der Symmetrieachse 6 liegende Querschnitt des Dichtrings 1 im Volumenverhältnis im Bereich 1 : 1,8 bis 1 : 2,2 geteilt, wobei der größere Wert der Innenseite zugewandt ist. Die an den Schnittpunkten 13, 14 anliegenden Tangenten 15, 16 schließen bei diesem Ausführungsbeispiel einen Winkel von größer 90 Grad ein.

In Fig. 2 sind in Ergänzung zu Fig. 1 in einem Teilquerschnitt die geometrischen Verhältnisse der Ringnutkammer im Verbindungsbereich dargestellt. Diese Darstellung zeigt einen Teilbereich der miteinander zu verschraubenden Elemente in Form eines Muffenteils 20 und eines Zapfenelements 21. Der Dichtbereich ist durch aneinanderstoßende äußere Stoßschultern 22, 23 und durch eine den Dichtring 1 (Fig. 1) aufnehmende Ringnutkammer gekennzeichnet. Diese wird gebildet durch eine gewindefreie konisch verlaufende Andrückfläche 24 des Muffenteils 20 und durch eine nutenähnliche gewindefreie Ausnehmung 25 im Zapfenteil 21, wobei diese Ausnehmung 25 eine größere axiale Länge 26 aufweist, als die 27 der konischen Andrückfläche 24. Zur besseren Abstützung und Einkammerung geht die Aus-

nehmung 25 abgerundet, hier gekennzeichnet durch einen Radius 28 in die senkrecht verlaufende äußere Stoßschulter 22 des Zapfenteils 21 über. Abgerundet ist auch der Übergang der Ausnehmung 25 in den angrenzenden Gewindeabschnitt 29. Der Nutengrund der Ausnehmung 25 verläuft parallel zur Achse 30 des Zapfenteils 21.

Fig. 3 zeigt eine grob gestufte Abfolge der Erstverschraubung mit dem erfindungsgemäßen Dichtring 1, um die Wirkungsweise der Dichtfunktion besser erläutern zu können. Teilbild a zeigt nach dem Einlegen des vorher erwärmten Dichtrings 1 und nach dem Schrumpfen die erste Kontaktaufnahme zwischen Muffenteil 20 und Dichtring 1. Dabei ist erfindungswesentlich, daß die Konizität der Andrückfläche 24 (Fig. 2) und die ballige Außenkontur 3 des Dichtrings 1 so aufeinander abgestimmt sind, daß die Andrückfläche 24 in etwa tangential mit der äußeren Oberfläche vor dem Scheitelpunkt des Dichtrings 1 in Berührung kommt. Teilbild b zeigt den Zustand nach weiterer Verschraubung, bei dem durch das Muffenteil 20 der Dichtring 1 stark verformt wird und ein Teil des Volumens quasi wie eine Bugwelle 31 weggedrückt wird. Bei Erreichen dieses Verschraubwegs setzt auch die elastische Aufweitung des Muffenteils 20 ein. Durch diese Aufweitung wird in den Muffendichtteil eine Vorspannung eingebracht, die bei der späteren Beanspruchung durch Gasinnendruck eine ausreichende Dichtpressung gewährleistet. Teilbild c zeigt die Schlußphase der Verschraubung kurz vor der Einkammerung des Dichtrings 1 und Teilbild d den Endzustand, bei dem die Stoßflächen 22, 23 kraftschlüssig anliegen und der Dichtring 1 ohne Verquetschung vollständig eingekammert ist. Die in den Teilbildern b, c und d gestrichelt eingetragene Linie ist die ballige Außenkontur 3 des Dichtrings 1 im Ausgangszustand.

Fig. 4 zeigt in einer grafischen Darstellung drei Umformparameter in Abhängigkeit vom Verschraubweg 33, der als Abszisse in dieser Figur eingetragen ist. Die dünn ausgezogene Linie 34 ist der in erster Näherung lineare Anstieg des umgeformten totalen Dichtringvolumens in Abhängigkeit vom Verschraubweg 33. Die strichpunktierte Linie 35 ist eine Relativgröße, bei der das umgeformte Dichtringvolumen ins Verhältnis gesetzt wurde zur Überdeckungslänge der Muffendichtfläche. Die rasch ansteigende elastische Muffenaufweitung nach Überschreiten eines bestimmten Verschraubwegs, hier gekennzeichnet durch die senkrecht eingetragene Bezugslinie 37, ist in der dick ausgezogenen Linie 36 dargestellt. Ab diesem Punkt nimmt die Muffenaufweitung 36 rasch zu und erreicht bei der Anlage der beiden Stoßschultern 22, 23 (Fig. 2, 3) ihren Maximalwert.

Für das Beispiel einer 5"-19-lb/ft-Verbindung ergeben sich für den in Fig. 1 dargestellten Dichtring 1 und für die in Fig. 2 dargestellte Ringnutkammer folgende Werte, wobei die Werte für den Dichtring 1 sich auf einen neuwertigen Ring vor dem Erwärmen und vor dem Schrumpfen beziehen.

Bezugnahme auf die Kennzeichen in Fig. 1

Innendurchmesser 17	= 115 mm	
Dicke 10	= 7,95 mm	
Außendurchmesser 7	= 130,9 mm	5
Durchmesser 18 der Verbindungslinie 12	= 124,9 mm	
Radius 4 der Außenkontur 3	= 25,5 mm	
Breite 11	= 24 mm	10
Radius 19 der Abrundung der Innenseite 2	= 6,4 mm	

Bezugnahme auf die Kennzeichen in Fig. 2

Durchmesser 40 des Nutgrunds 25	= 120,6 mm	
Durchmesser 41 des Auslaufs der konischen Andrückfläche 24	= 134,9 mm	
Länge 27 der nutenähnlichen Ausnehmung 25	= 25,4 mm	20
Länge 27 der konischen Andrückfläche 24	= 22 mm	
Konizität der Andrückfläche	= 1 : 6	25

#### Patentansprüche

1. Gasdichte Ölfeldrohr-Verbindung, insbesondere für Bohrgestängerohre, mit einem konischen Zapfen- und einem diesem angepaßten Muffenteil, die miteinander verschraubbar sind und zwischen denen in einer auf dem Außenumfang des Zapfenteils angeordneten Ringnut ein diese vollständig ausfüllender symmetrischer Ring aus Polytetrafluoräthylen vorgesehen ist, dessen Innenseite im Querschnitt wannenförmig ausgebildet ist und gegen den eine konische Andrückfläche des Muffenteils radial anpreßbar ist und die Ringnut sich an jenem Ende des konischen Zapfenteils mit dem größten Außendurchmesser und einer radialen Schulter befindet, der eine radiale Schulter des Muffenteils zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Dichtring im Querschnitt auf der Außenseite eine konvex gekrümmte Kontur aufweist, die sich mit der wannenförmigen Kontur der Innenseite schneidet und die Abmessungen sowie die Kontur des Dichtrings und der Ringnut unter Berücksichtigung der herstellbedingten Toleranzen und des Verschraubwegs so aufeinander abgestimmt sind, daß das Verhältnis von Dichtringvolumen zu Ringnutvolumen im Bereich zwischen 1,0 bis 1,1 liegt bezogen auf den neuen Dichtring vor dem Schrumpfen und bei der Verschraubung der Dichtring bei Kontaktaufnahme der Stoßschultern des Zapfen- und des Muffenteils vollständig eingekammert ist und die Konizität der Andrückfläche des Muffenteils und die äußere Kontur des Dichtrings so aufeinander abgestimmt sind, daß bei der Verschraubung der erste Kontakt der Andrückfläche mit dem Dichtring im Bereich vor dem Scheitelpunkt der Umfangslinie des Dichtrings annähernd tangential erfolgt.

2. Gasdichte Ölfeldrohr-Verbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die konvex gekrümmte Kontur der Außenseite ein Kreisbogen ist und die im Schnittpunkt mit dem Kreisbogen der wannenförmigen Kontur der Innenseite angelegten

Tangenten einen Winkel von mehr als 90 Grad einschließen und das Verhältnis der Breite des Dichtrings zum Radius des Kreisbogens der Außenseite bei etwa eins liegt.

3. Gasdichte Ölfeldrohr-Verbindung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mittelpunkt des Radius des Kreisbogens der Außenseite auf der Symmetrieachse des Dichtrings liegt und der größte Wert des Radius dem halben Durchmesser und der kleinste Wert der Dicke des Dichtrings entsprechen soll und die Verbindungslinie zwischen den beiden Schnittpunkten der Außen- mit der Innenseite die Symmetrielinie innerhalb der Querschnittsfläche des Dichtrings in einem Verhältnis von 1 : 1,8 bis 1 : 2,2 schneidet, wobei der größere Wert der Innenseite zugeordnet ist.

4. Gasdichte Ölfeldrohr-Verbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elastische Aufweitung des Muffenteils nach etwa 75% des Verschraubwegs einsetzt, gemessen von der Kontaklinie der Dichtelemente.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

BEST AVAILABLE COPY

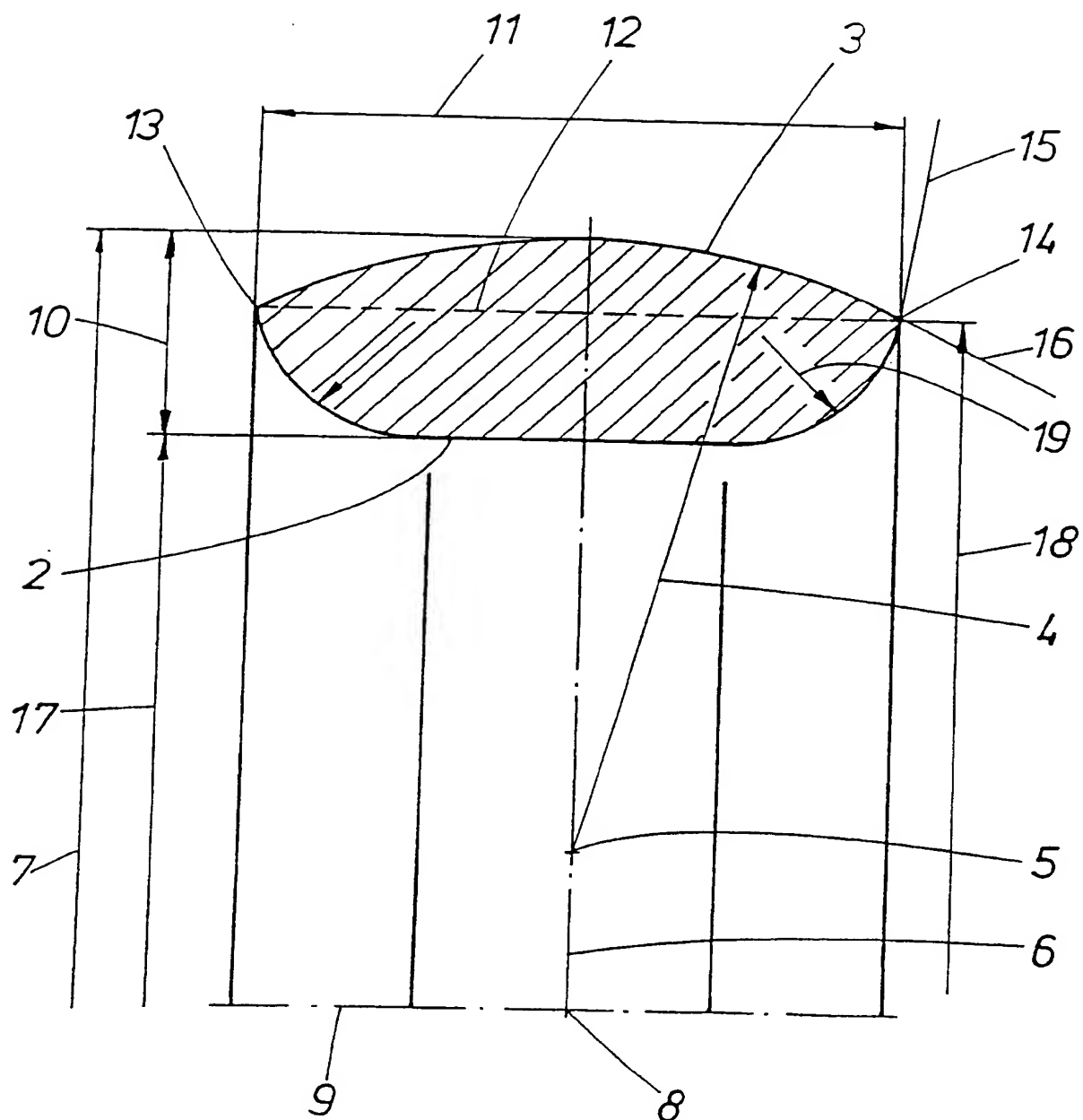
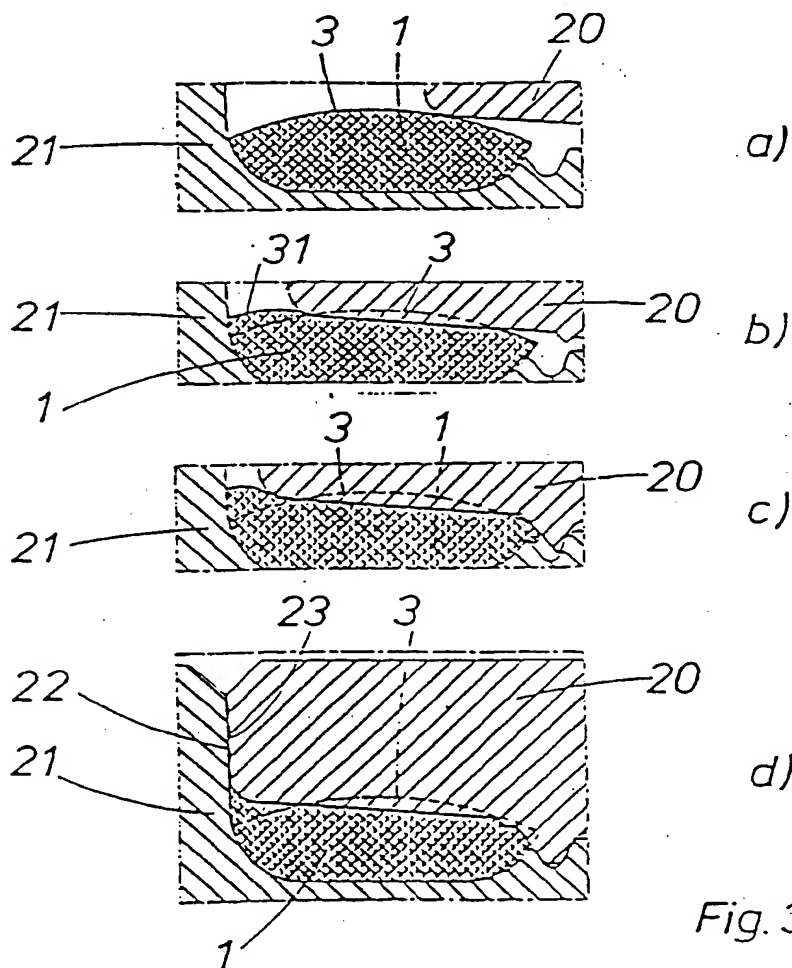
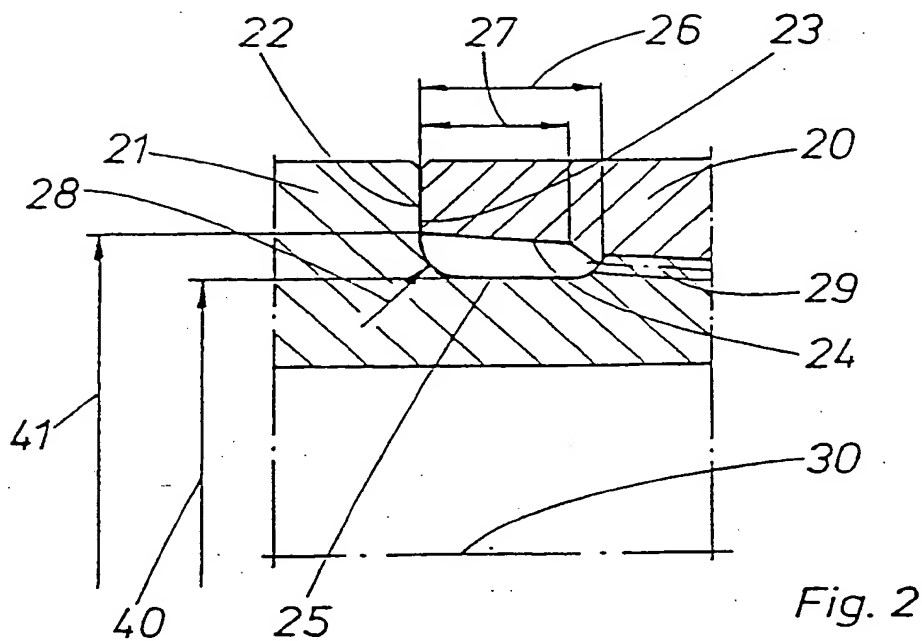


Fig. 1



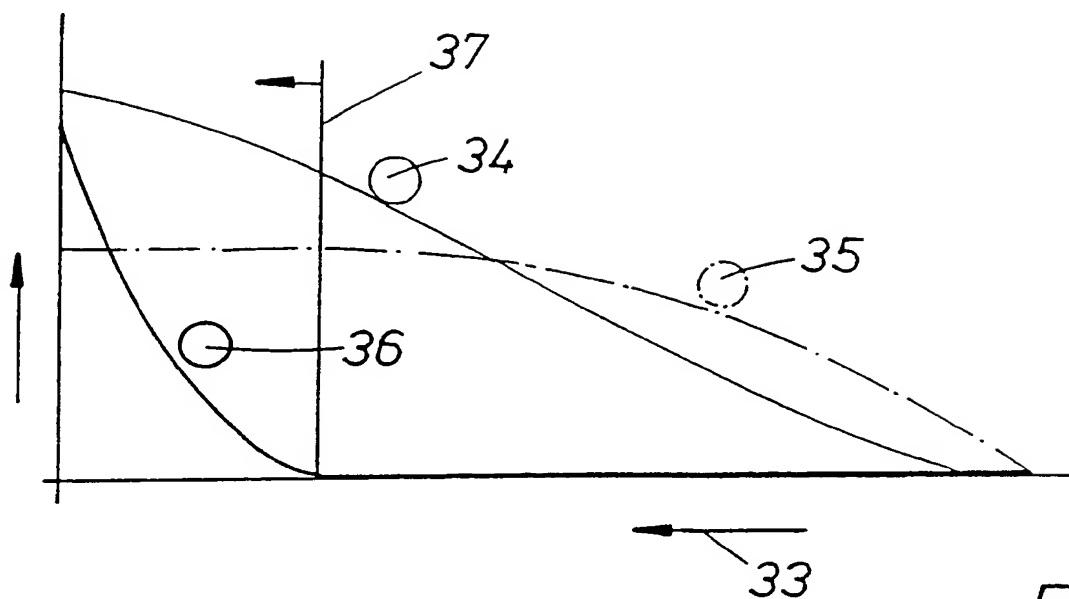
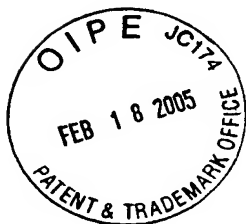


Fig. 4